



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 102 35 891 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
F 02 B 37/12
F 02 B 37/04

②1 Aktenzeichen: 102 35 891.5
②2 Anmeldetag: 6. 8. 2002
④3 Offenlegungstag: 14. 8. 2003

DE 102 35 891 A 1

⑥6 Innere Priorität:

102 03 973. 9 31. 01. 2002
102 12 984. 3 22. 03. 2002

⑦1 Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

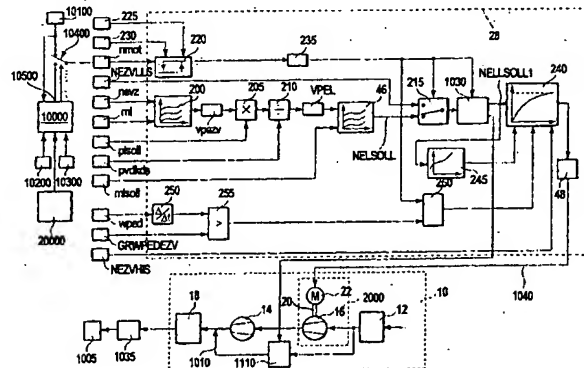
⑦2 Erfinder:

Baeuerle, Michael, 71254 Ditzingen, DE; Reisinger,
Carsten, 70180 Stuttgart, DE; Nau, Michael, 72175
Dornhan, DE; Porten, Guido, 71665 Vaihingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung oder Regelung eines Laders

⑤1 Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung oder Regelung eines Laders (2000; 1000) vorgeschlagen, die eine Verringerung der Bordnetzbelastung besonders bei einem Hochlauf des Laders (2000; 1000) ermöglichen. Dabei wird ein Ansteuersignal gebildet, das den Lader (2000; 1000) ansteuert. In Abhängigkeit eines ersten Betriebszustandes der Brennkraftmaschine (1005), der einer Erhöhung eines Fahrerwunschlomentes unmittelbar vorausgeht, wird das Ansteuersignal derart gebildet, dass der Lader (2000; 1000) bereits während dieses ersten Betriebszustandes seine Drehzahl erhöht.



DE 102 35 891 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung oder Regelung eines Laders.

[0002] Es ist bekannt, die Leistung einer Brennkraftmaschine durch Verdichtung der zur Verbrennung des Kraftstoffs benötigten Luft mittels eines Abgasturboladers zu erhöhen, welcher aus einer Turbine und einem in der Luftzuführung zur Brennkraftmaschine betriebenen Verdichter besteht. Abgasturbolader weisen, insbesondere bei Kraftfahrzeugantrieben, den Nachteil eines verzögerten und unzureichenden Ansprechverhaltens bei kleinen Drehzahlen der Brennkraftmaschine auf. Zur Verbesserung des Ansprechverhaltens des Abgasturboladers ist es bekannt, den Abgasturbolader mittels eines elektrischen Hilfsantriebs zu unterstützen. Das kann beispielsweise durch einen in den Abgasturbolader integrierten Elektromotor erreicht werden, der bei kleinen Drehzahlen der Brennkraftmaschine die Welle des Abgasturboladers unterstützend antreibt. Dies bedingt jedoch sowohl eine hohe Drehzahlbelastbarkeit des Elektromotors, als auch einen hohen elektrischen Leistungsbedarf aufgrund der hohen Massenträgheitsmomente der Turbine des Abgasturboladers.

[0003] Zur Vermeidung dieser Nachteile ist beispielsweise aus dem US-Patent 6 029 452 bekannt, einen elektrisch betriebenen Ladeluftverdichter, welcher auch als elektrisch betriebener Hilfsflader bezeichnet wird, in der Luftzuführung der Brennkraftmaschine in Reihe zu einem konventionellen Abgasturbolader zu betreiben. Dies hat den Vorteil, dass der separat in der Luftzuführung eingesetzte elektrisch betriebene Hilfsflader auf den untersten Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine optimiert werden kann und aufgrund des deutlich geringeren Massenträgheitsmoments und der besseren Wirkungsgrade der Leistungsbedarf desselben deutlich kleiner ausfällt.

[0004] Aus der noch nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 10124543.2 ist bereits ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines elektrisch betriebenen Laders bekannt, welcher mit einem Abgasturbolader zur Verdichtung der Brennkraftmaschine zugeführten Luft zusammenwirkt. Die Ansteuerung des elektrischen Laders erfolgt mittels eines Ansteuersignals, welches abhängig von einem vorgegebenen Wert für das Verdichterdruckverhältnis des elektrischen Laders gebildet wird.

[0005] Aus der DE-A 197 40 968 ist bekannt, abhängig vom Fahrerwunsch einen Sollwert für die Luftmassenströmung im Saugrohr zu ermitteln. Aus der EP 885 353 B1 ist bekannt, auf der Basis der aus dem Fahrerwunsch abgeleiteten Sollfüllung einen Solldrosselklappenwinkel und einen Sollladedruckwert zu ermitteln.

Vorteile der Erfindung

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Steuerung eines Laders mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass in Abhängigkeit eines ersten Betriebszustandes der Brennkraftmaschine, der einer Erhöhung eines Fahrerwunschlomentes unmittelbar vorausgeht, das Ansteuersignal derart gebildet wird, dass der Lader bereits während dieses ersten Betriebszustandes seine Drehzahl erhöht. Auf diese Weise kann der Lader bereits hochgefahren werden, bevor seine Zusatzverdichtung zur Realisierung des erhöhten Fahrerwunschlomentes benötigt wird. In einem nachfolgenden zweiten Betriebszustand zur Erhö-

hung des Fahrerwunschlomentes wird dann die erforderliche Zieldrehzahl des Laders schneller erreicht, mithin das erhöhte Fahrerwunschloment schneller umgesetzt. Die Erhöhung der Drehzahl im zweiten Betriebszustand von der bereits im ersten Betriebszustand erreichten erhöhten Drehzahl auf die Zieldrehzahl erfordert auch eine geringere Bordnetzbelastung. Weiterhin ergibt sich bei einem Zusammenwirken des Laders mit einem Abgasturbolader zur Verdichtung der angesaugten Luft der Brennkraftmaschine ein Mitkoppelteffekt. Der Mitkoppelteffekt hat zur Folge, dass mit der Erhöhung der Drehzahl des Laders im ersten Betriebszustand auch der Abgasturbolader hochläuft. Auf diese Weise wird das erhöhte Fahrerwunschloment im zweiten Betriebszustand noch schneller erreicht.

[0007] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

[0008] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der erste Betriebszustand durch Betätigung einer Kupplung erreicht wird. Auf diese Weise kann bereits die Kupplungsbetätigung bei einem Anfahr- oder vor einem Beschleunigungsvorgang zum Hochlauf der Drehzahl des Laders genutzt werden. Bei einem Fahrzeug mit Automatikgetriebe kann der erste Betriebszustand durch die Wegnahme des Fahrerfußes vom Bremspedal (erkennbar z. B. durch das Öffnen des Bremsschalters) bei eingelegter Fahrstufe erkannt werden. Das vom Fahrer geforderte Moment der Brennkraftmaschine bzw. das Fahrerwunschloment beim Anfahr- oder Beschleunigungsvorgang wird auf diese Weise schneller erreicht.

[0009] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass bei der Erhöhung der Drehzahl während des ersten Betriebszustandes ein dem Lader parallelgeschalteter erster Bypass geöffnet wird. Auf diese Weise wird durch die Erhöhung der Drehzahl des Laders im ersten Betriebszustand keine Verdichtung bewirkt und die Belastung des Bordnetzes somit erheblich verringert. Es ergibt sich im ersten Betriebszustand ein freier Hochlauf des Laders ohne Last.

[0010] Besonders vorteilhaft ist es, dass bei Ausbildung des Laders als elektrischer Hilfsflader während des ersten Betriebszustandes die Drehzahl des elektrischen Hilfsfladers auf einen vorgegebenen Wert und/oder mit einer vorgegebenen Steigung erhöht wird und dass der vorgegebene Wert für die Drehzahl in Abhängigkeit von der Bildung der Drehzahl des elektrischen Hilfsfladers bei mindestens einer vorherigen Erhöhung des Fahrerwunschlomentes gebildet wird. Auf diese Weise kann der vorgegebene Wert für die Drehzahl abhängig vom Fahrertyp bzw. vom Fahrerverhalten eingestellt werden.

[0011] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass während des ersten Betriebszustandes eine Momentenreserve gebildet wird. Auf diese Weise kann der Einschalttrick bei einem Einschalten des Laders in einem ersten Betriebszustand ausgeglichen werden.

[0012] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Momentenreserve in Abhängigkeit von der Bildung der Drehzahl des elektrischen Hilfsfladers bei mindestens einer vorherigen Erhöhung des Fahrerwunschlomentes gebildet wird. Auf diese Weise kann die Momentenreserve abhängig vom Fahrertyp bzw. vom Fahrerverhalten eingestellt werden.

[0013] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass im ersten Betriebszustand der Brennkraftmaschine eine Betriebsgröße, insbesondere eine Motordrehzahl, der Brennkraftmaschine für den nachfolgenden zweiten Betriebszustand geschätzt wird und dass die Drehzahl des elektrischen Hilfsfladers im ersten Betriebszustand erhöht wird, wenn die ge-

schätzte Betriebsgröße in einem vorgegebenen Betriebsbereich liegt. Auf diese Weise kann weitgehend die gesamte Dauer des ersten Betriebszustandes zur Erhöhung der Drehzahl des elektrischen Hilfsladers genutzt werden, so dass dann mit Einsetzen des zweiten Betriebszustandes die zur Realisierung des erhöhten Fahrerwunschmomentes erforderliche Zieldrehzahl des elektrischen Hilfsladers ausgehend von der bereits im ersten Betriebszustand erreichten erhöhten Drehzahl des elektrischen Hilfsladers schneller und mit geringerer Bordnetzbelastung erreicht werden kann. [0014] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Schätzung der Betriebsgröße auf Grund einer im nachfolgenden zweiten Betriebszustand zu erwartenden eingelegten Gangstufe eines Getriebes durchgeführt wird. Auf diese Weise lässt sich die Schätzung der Betriebsgröße besonders für einen als Schaltvorgang ausgebildeten ersten Betriebszustand besonders einfach durchführen.

[0015] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass bei Ausbildung des Laders als mechanischer Hilfslander während des ersten Betriebszustandes das Ansteuersignal derart gebildet wird, dass eine Schaltkupplung des mechanischen Hilfsladers zu einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine geschlossen wird. Auf diese Weise lässt sich auch für den mechanischen Hilfslander ein beschleunigtes Erreichen der Zieldrehzahl im zweiten Betriebszustand erreichen. Außerdem wird ein Einschalttruck des mechanischen Hilfsladers im zweiten Betriebszustand erheblich reduziert und in den ersten Betriebszustand vorgezogen. Dies erhöht den Fahrkomfort.

[0016] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass während des ersten Betriebszustandes ein dem mechanischen Hilfslander parallelgeschalteter zweiter Bypass geschlossen wird. Auf diese Weise wird der Ladedruck bzw. das Verdichterdruckverhältnis des mechanischen Hilfsladers bereits im ersten Betriebszustand aufgebaut, so dass zu Beginn des zweiten Betriebszustandes bereits ein erhöhter Ladedruck vorliegt und die Zieldrehzahl des mechanischen Hilfsladers noch schneller erreicht wird.

[0017] Weiterhin wird durch diese Maßnahme der Einschalttruck im zweiten Betriebszustand weiter reduziert und der Fahrkomfort erhöht.

Zeichnung

[0018] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Fig. 1 zeigt dabei ein Übersichtsblockschaltbild mit Ablaufdiagramm, welches ein erstes Ausführungsbeispiel beschreibt, während in Fig. 2 ein Blockschaltbild mit Ablaufdiagramm dargestellt ist, das die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren in detaillierter Weise beschreibt und Fig. 3 ein Blockschaltbild für ein zweites Ausführungsbeispiel zeigt.

[0019] Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild für die Ermittlung einer vorgegebenen Drehzahl.

[0020] Fig. 5a) zeigt einen Verlauf der Motordrehzahl der Brennkraftmaschine über der Zeit für einen Beschleunigungsvorgang und

[0021] Fig. 5b) zeigt für diesen Beschleunigungsvorgang einen Verlauf des Fahrerwunschmomentes über der Zeit.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0022] Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild samt Ablaufdiagramm zur bedarfsgerechten Steuerung bzw. Regelung eines als elektrischer Hilfslander ausgebildeten Laders 2000. In Fig. 1 ist schematisch das Luftansaugsystem 10 einer Brennkraftmaschine 1005 dargestellt. Die angesaugte Luft wird unter anderem über einen Luftfilter 12, ei-

nen Verdichter 16 des elektrischen Hilfsladers 2000 und einen Verdichter 14 eines Abgasturboladers zu einem Ladeluftkühler 18 und von dort über eine Drosselklappe 1035 zur Brennkraftmaschine 1005 geführt. Der Verdichter 16 des elektrischen Hilfsladers 2000 wird über eine Antriebswelle 20 von einem elektrischen Motor 22, beispielsweise einem Gleichstrommotor, betätigt. Dieser wird über mindestens eine Ansteuerleitung 1040 von einer elektronischen Steuereinheit 28 betätigt.

[0023] Die elektronische Steuereinheit 28 umfasst wenigstens einen Mikrocomputer, in dem Programme implementiert sind, welche die Steuerung der Brennkraftmaschine 1005 sowie die des elektrischen Hilfsladers 2000 durchführen. Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für ein Programm zur Steuerung des elektrischen Hilfsladers 2000 ist als Ablaufdiagramm in Fig. 1 als Teil der Steuereinheit 28 skizziert. Die dabei verwendeten Blöcke stellen Programme, Programmteile oder Programmschritte eines solchen Programms dar, während die Verbindungspfeile den Informationsfluss repräsentieren. In bekannter Weise, daher in Fig. 1 nicht dargestellt, wird abhängig von Last, Drehzahl und einer Vielzahl von weiteren Parametern, wie Temperatur, Höhe, Klopfzustand, etc. ein Ladedrucksollwert $plsoll$ und ein Luftmassensollwert $mlsoll$ ermittelt. Konkrete Lösungen zur Bestimmung dieser Werte sind aus dem eingangs genannten Stand der Technik bekannt. Der Ladedrucksollwert dient dabei zur Ladedruckregelung in Verbindung mit einem Ladedruckistwert zur Ansteuerung des Abgasturboladers im geschlossenen Regelkreis. Der Ladedruckistwert $pvdks$ wird dabei vorzugsweise gemessen, zum Beispiel durch einen Drucksensor in Strömungsrichtung vor der Drosselklappe 1035, kann aber auch modelliert werden. Der Luftmassensollwert $mlsoll$ wird unter anderem zur Einstellung der Drosselklappe 1035 weiterverarbeitet, z. B. zur Bildung des Sollfüllungswerts.

[0024] Der dabei verwendete Ladedruckistwert $pvdks$ repräsentiert also den Druck vor der Drosselklappe 1035, d. h. er enthält sowohl die Wirkung des Verdichters 14 des Abgasturboladers als auch die Wirkung des Verdichters 16 des elektrischen Hilfsladers 2000.

[0025] In Fig. 1 kennzeichnet 200 ein Kennfeld zur Ermittlung eines aktuellen Verdichterdruckverhältnisses $vpezv$ des elektrischen Hilfsladers 2000 in Abhängigkeit einer Ist-drehzahl $nezv$ des elektrischen Hilfsladers 2000 und eines Luftmassenistwertes ml bzw. eines Istwertes für die Luftströmung zur Brennkraftmaschine. In einem Multiplikationsglied 205 wird das aktuelle Verdichterdruckverhältnis $vpezv$ mit dem Ladedrucksollwert $plsoll$ multipliziert, der wie beschrieben abhängig von Last, Motordrehzahl und einer Vielzahl von weiteren Parametern, wie Temperatur, Höhe bzw. Umgebungsdruck p_u , Klopfzustand, etc. ermittelt wird. Anschließend wird in einem Divisionsglied 210 das Produkt $vpezv \cdot plsoll$ durch einen Ladedruckistwert $pvdks$ dividiert. Der Ladedruckistwert $pvdks$ wird dabei in Strömungsrichtung nach dem elektrischen Hilfslander 2000 und dem Verdichter 14 des Abgasturboladers bzw. vor der Drosselklappe 1035 mittels eines Drucksensors gemessen, kann aber auch modelliert werden. Am Ausgang des Divisionsgliedes 210 ergibt sich dann der Sollwert $VPEL$ für das Verdichterdruckverhältnis des elektrischen Hilfsladers 2000. Somit gilt:

$$VPEL = vpezv \cdot plsoll / pvdks \quad (1)$$

[0026] Die Beziehung (1) lässt sich dabei aus der folgenden Beziehung herleiten:

$$VPATL = plsoll / (p_u \cdot VPEL) \quad (2)$$

[0027] Wenn der Eingangsdruck des elektrischen Hilfs-
laders 2000 in guter Näherung der Umgebungsdruck p_u ist,
dann ist der einzustellende Ausgangsdruck des elektrischen
Hilfsladers 2000 das Produkt aus dem Umgebungsdruck p_u
und dem aktuell maximal verfügbaren Verdichterdruckver-
hältnis VPEL des elektrischen Hilfsladers 2000, also
 $p_u \cdot \text{VPEL}$. Dies ist dann der aktuell maximal verfügbare
Eingangsdruck am Verdichter 14 des Abgasturboladers. An-
stelle des Umgebungsdrucks p_u kann auch ein gemessener
oder modellierter Druck am Ausgang des Luftfilters 12 ver-
wendet werden. Mit dem aktuellen Verdichterdruckverhält-
nis v_{pezv} des elektrischen Hilfsladers 2000 ergibt sich dann
am Ausgang des Verdichters 14 des Abgasturboladers der
Ladedruckistwert p_{vdkds}

$$p_{vdkds} = p_u \cdot \text{VPATL} \cdot v_{pezv} \quad (3)$$

[0028] Die Beziehung (3) aufgelöst nach VPATL und ein-
gesetzt in die Beziehung (2) ergibt die Beziehung (1).

[0029] Daraus folgt, dass gemäß dem Ausführungsbei-
spiel nach Fig. 1 zur bedarfsgerechten Ansteuerung des
elektrischen Hilfsladers 2000 eine Information über den
Beitrag des Verdichters 14 des Abgasturboladers zur Ver-
dichtung allein nicht notwendig ist, vorausgesetzt, das aktu-
elle Verdichterdruckverhältnis v_{pezv} und der Ladedruckist-
wert p_{vdkds} stehen in der beschriebenen Weise als Messgrö-
ßen zur Verfügung.

[0030] Das nach dem Divisionsglied 210 zur Verfügung
stehende einzustellende Verdichterdruckverhältnis VPEL
des elektrischen Hilfsladers 2000 stellt also einen Sollwert
für das Verdichterdruckverhältnis dar. Dieser wird dem we-
iteren Kennfeld 46 zugeführt, welches das Verdichterkenn-
feld des elektrischen Hilfsladers 16 darstellt. In diesem,
ebenfalls beispielsweise durch Prüfstandsmessungen ermit-
telten Kennfelds, wird abhängig vom Solldruckverhältnis
des elektrischen Hilfsladers 2000 die Solldrehzahl NEL-
SOLL des elektrischen Hilfsladers 2000 ermittelt. Dies er-
folgt abhängig von dem wie oben berechneten einzustellen-
den Verdichterdruckverhältnis VPEL des elektrischen Hilfs-
laders 2000 und dem fahrerwunschabhängigen Luftmassen-
sollstrom m_{lsoll} . Abhängig von diesen Größen wird als
Solldrehzahlwert die Solldrehzahl NELSOLL ermittelt und
der Drehzahlregelung 48 zugeführt. Diese bildet dann auf
der Basis der Solldrehzahl NELSOLL und einer Ist-drehzahl,
die beispielsweise durch Messung des Stromes durch den
Motor 22 des elektrischen Hilfsladers 2000 ermittelt werden
kann, Ansteuersignale für den Motor 22 des elektrischen
Hilfsladers 2000, welcher dann mit der vorgegebenen Soll-
drehzahl NELSOLL dreht.

[0031] Das Kennfeld 200 zur Ermittlung des aktuellen
Verdichterdruckverhältnisses v_{pezv} des elektrischen Hilfs-
laders 2000 ist gegenüber dem Verdichterkennfeld 46 invers
im Hinblick auf die Eingangs- und Ausgangsgrößen Dreh-
zahl des Motors 22 des elektrischen Hilfsladers 2000 und
Verdichterdruckverhältnis des elektrischen Hilfsladers
2000.

[0032] Optional kann allgemein wie in Fig. 1 dargestellt
ein Schalter 215 vorgesehen sein, über den je nach Schalter-
stellung als Solldrehzahlwert entweder die Solldrehzahl
NELSOLL oder eine Ruhedrehzahl NEZVLLS zur Weiter-
leitung an die Drehzahlregelung 48 ausgewählt wird.

[0033] Um die Bordnetzbelastung des Fahrzeugs gering
zu halten und den elektrischen Hilfs-lader 2000 nur bedarfs-
gerecht hinzuzuschalten, kann es vorgesehen sein, den elek-
trischen Hilfs-lader 2000 abzuschalten, wenn die Motordreh-
zahl n_{mot} der Brennkraftmaschine, die bspw. als Verbren-
nungsmotor ausgebildet sein kann, oberhalb einer ersten

vorgegebenen Motordrehzahl 225 liegt.

[0034] Zusätzlich und um ein ständiges Aus- und Ein-
schalten des elektrischen Hilfsladers 2000 zu verhindern,
kann es vorgesehen sein, dass der elektrische Hilfs-lader
2000 nach dem Abschalten wieder eingeschaltet wird, wenn
die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine eine
zweite vorgegebene Motordrehzahl 230 unterschreitet, die
kleiner als die erste vorgegebene Motordrehzahl 225 ist. Auf
diese Weise kann eine Hysteresefunktion realisiert werden,
wie sie in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 220 gekennzeich-
net ist.

[0035] Für den Fall des Überschreitens der ersten vorge-
gebenen Motordrehzahl 225 durch die Motordrehzahl n_{mot}
der Brennkraftmaschine wird ein Bit 235 gesetzt. Bei Unter-
schreiten der zweiten vorgegebenen Motordrehzahl 230
durch die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine wird
das Bit 235 zurückgesetzt. Ist das Bit 235 gesetzt, so wird
der elektrische Hilfs-lader 2000 nicht benötigt und abge-
schaltet. Der Schalter 215 wird dann in eine Schalterstellung
gebracht, in der er die Ruhedrehzahl NEZVLLS als Soll-
drehzahlwert für den elektrischen Hilfs-lader 2000 der Dreh-
zahlregelung 48 zuführt. Ist das Bit 235 zurückgesetzt, so
wird der elektrische Hilfs-lader 2000 benötigt und zugeschal-
tet. Der Schalter 215 wird dann in eine Schalterstellung ge-
bracht, in der er die Solldrehzahl NELSOLL als Solldreh-
zahlwert der Drehzahlregelung 48 zuführt.

[0036] Erfindungsgemäß ist es nun vorgesehen, dem
Schalter 215 Mittel 1030 zur Bildung eines Ansteuersignals
für die Ansteuerung des verwendeten Laders, hier des elek-
trischen Hilfsladers 2000 nachzuschalten. Durch die Mittel
1030 wird die Drehzahl des elektrischen Hilfsladers 2000 in
einem ersten Betriebszustand erhöht, obwohl keine erhöhte
Momentenanforderung seitens des Fahrers besteht. Dem er-
sten Betriebszustand folgt jedoch unmittelbar ein zweiter
Betriebszustand, der durch eine Erhöhung des Fahrer-
wunschmoments charakterisiert ist. Der zweite Betriebszu-
stand kennzeichnet somit beispielsweise einen Anfahrvor-
gang oder einen Beschleunigungsvorgang. Der erste Be-
triebszustand kennzeichnet beispielsweise einen Zustand, in
dem der Fahrer eine Kupplung der Brennkraftmaschine
1005 betätigt. Die Betätigung der Kupplung geht einem An-
fahrvorgang oder einem Beschleunigungsvorgang unmittel-
bar voraus. Deshalb kann der erste Betriebszustand dazu ge-
nutzt werden, die Drehzahl des Motors 22 zu erhöhen, so
dass dann mit Einsetzen des zweiten Betriebszustandes, in
diesem Beispiel also mit dem Loslassen des Kupplungspe-
dals und somit dem Schließen der Kupplung, die zur Real-
isierung eine erhöhten Fahrerwunschmomentes erforderliche
Zieldrehzahl ausgehend von der im ersten Betriebszustand
erhöhten Drehzahl schneller und mit geringerer Bordnetzbe-
lastung erreicht wird.

[0037] Fig. 5a stellt einen idealen Verlauf der Motordreh-
zahl n_{mot} der Brennkraftmaschine über der Zeit t dar. Dabei
handelt es sich um einen Beschleunigungsvorgang, der
durch mehrere Schaltvorgänge unterbrochen wird. Fig. 5b
zeigt den Verlauf des Fahrerwunschmomentes über der Zeit
 t für diesen Beschleunigungsvorgang. Vom Zeitpunkt Null
bis zu einem ersten Zeitpunkt t_1 herrscht dabei ein Aus-
gangszustand mit konstanter Motordrehzahl n_{mot} , die die
zweite vorgegebene Motordrehzahl 230 unterschreitet. Vom
Zeitpunkt Null bis zum ersten Zeitpunkt t_1 soll dabei in die-
sem Beispiel die Kupplung vom Fahrer betätigt sein. Somit
befindet sich die Brennkraftmaschine 1005 vom Zeitpunkt
Null bis zum ersten Zeitpunkt t_1 im ersten Betriebszustand,
in dem die Drehzahl des Motors 22 sich erhöht. Zum ersten
Zeitpunkt t_1 wird das Kupplungspedal losgelassen und die
Kupplung somit geschlossen, so dass der zweite Betriebszu-
stand der Brennkraftmaschine 1005 einsetzt. Vom ersten

Zeitpunkt t_1 bis zu einem nachfolgenden zweiten Zeitpunkt t_2 wird das Fahrpedal vom Fahrer getreten. Von einer Motorsteuerung 10000 wird aus einer von einem Fahrpedalstellungserfassungssensor 10300 der Motorsteuerung 10000 zugeführten Fahrpedalstellung ein zugehöriges Fahrerwunschkmoment berechnet und durch in den Figuren nicht dargestellte Stellglieder, beispielsweise unter Beeinflussung des Zündwinkels, der Einspritzzeit und/oder der Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine eingestellt bzw. eingeregelt. Vom Zeitpunkt Null bis zum ersten Zeitpunkt t_1 liegt das Fahrerwunschkmoment dabei auf dem ersten Wert M1 und vom ersten Zeitpunkt t_1 bis zum zweiten Zeitpunkt t_2 liegt das Fahrerwunschkmoment auf dem zweiten Wert M2. Vom ersten Zeitpunkt t_1 bis zum zweiten Zeitpunkt t_2 steigt somit die Motordrehzahl n_{mot} idealer Weise linear bis auf einen Wert an, der größer als die erste vorgegebene Motordrehzahl 225 ist. Da die Stellglieder der Steuerung bzw. Regelung zur Umsetzung des Fahrerwunschkmomentes jedoch gewisse Tot- bzw. Ansprechzeiten haben, wird der vom ersten Zeitpunkt t_1 angeforderte zweite Wert M2 für das Fahrerwunschkmoment nur allmählich erreicht. Durch den Einsatz des elektrischen Hilfsladers 2000 kann wie beschrieben das Erreichen des zweiten Wertes M2 des Fahrerwunschkmomentes beschleunigt werden.

[0038] Zum zweiten Zeitpunkt t_2 bei dem die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine die erste vorgegebene Motordrehzahl 225 überschreitet, betätigt der Fahrer das Kupplungspedal erneut und nimmt gleichzeitig den Fuß vom Fahrpedal, um die nächste Gangstufe einzulegen. Während des Schaltvorgangs vom zweiten Zeitpunkt t_2 bis zu einem nachfolgenden dritten Zeitpunkt t_3 fällt das Fahrerwunschkmoment auf den ersten Wert M1 und die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 auf einen Wert unterhalb der zweiten vorgegebenen Motordrehzahl 230 ab. Nach erfolgtem Einkuppeln, d. h. Schließen der Kupplung und Loslassen des Kupplungspedals zum dritten Zeitpunkt t_3 betätigt der Fahrer wieder das Fahrpedal und das Fahrerwunschkmoment steigt wieder auf den zweiten Wert M2 an. Entsprechend steigt die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 wieder auf einen Wert oberhalb der ersten vorgegebenen Motordrehzahl 225 an. Der beschriebene Vorgang wird bis zum Erreichen einer gewünschten Endgeschwindigkeit wiederholt. Wenn nun das Fahrerwunschkmoment nach den einzelnen Schaltvorgängen wieder schneller erreicht wird, beispielsweise durch den beschriebenen Einsatz des elektrischen Hilfsladers 2000, so kann der gesamte Beschleunigungsvorgang verkürzt werden.

[0039] Nachteilig bei dem beschriebenen Beschleunigungsvorgang wirkt sich jedoch die Tatsache aus, dass der elektrische Hilfslander 2000 für Motordrehzahlen n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005, die die erste vorgegebene Motordrehzahl 225 überschreiten, abgeschaltet wird. In diesem Fall ist nämlich der elektrische Hilfslander 2000 zum zweiten Zeitpunkt t_2 bereits abgeschaltet, weil zu diesem Zeitpunkt die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 oberhalb der ersten vorgegebenen Motordrehzahl 225 liegt. Die Betätigung der Kupplung zum zweiten Zeitpunkt t_2 führt somit zunächst nicht zu einem Einschalten und damit Erhöhen der Drehzahl des elektrischen Laders 2000. Dies ist erst wieder mit Unterschreiten der zweiten vorgegebenen Motordrehzahl 230 durch die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 möglich. Gemäß Fig. 5a wird die zweite vorgegebene Motordrehzahl 230 von der Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 erst kurz vor dem dritten Zeitpunkt t_3 unterschritten, so dass für das Einschalten und das Erhöhen der Drehzahl des elektrischen Hilfsladers 2000 bis zum dritten Zeitpunkt t_3 und damit bis zum neuerlichen Erreichen des zweiten Betriebszustandes nur ein Bruchteil der

Dauer des ersten Betriebszustandes zur Verfügung steht. Die Drehzahl des elektrischen Hilfsladers 2000 kann daher möglicherweise nicht so stark erhöht werden, wie dies bei Ausnützung der gesamten Dauer des ersten Betriebszustandes, also der gesamten Zeitspanne zwischen dem zweiten Zeitpunkt t_2 und dem dritten Zeitpunkt t_3 möglich gewesen wäre. Dies führt wiederum dazu, dass das vom dritten Zeitpunkt t_3 an einzustellende Fahrerwunschkmoment weniger schnell umgesetzt werden kann, als dies theoretisch möglich gewesen wäre. Der Beschleunigungsvorgang wird somit nicht optimal verkürzt.

[0040] Dies kann dadurch umgangen werden, dass die Drehzahl des elektrischen Hilfsladers 2000 von dem Zeitpunkt an, zu dem die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 die zweite vorgegebene Motordrehzahl 230 unterschreitet, zumindest bis zum neuerlichen Erreichen des zweiten Betriebszustandes schneller erhöht wird. Dies führt jedoch zu einer größeren Belastung des Bordnetzes.

[0041] Erfindungsgemäß ist, wie in Fig. 1 dargestellt, die Motorsteuerung 10000 vorgesehen, die mit einer Getriebe- steuerung 20000 verbunden ist. Weiterhin ist eine Drehzahl- messvorrichtung 10100 zur Messung der Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 vorgesehen und mit der Motorsteuerung 10000 verbunden. Weiterhin ist ein Kupp- lungspedalstellungserfassungssensor 10200 zur Erfassung der Kupplungspedalstellung vorgesehen und mit der Motor- steuerung 10000 verbunden. Weiterhin ist der Fahrpedalstel- lungserfassungssensor 10300 zur Erfassung der Fahrpedal- stellung vorgesehen und mit der Motorsteuerung 10000 ver- bunden. Weiterhin ist ein Drehzahlshalter 10400 vorgese- hen, der von der Motorsteuerung 10000 gesteuert ist und entweder den auch mit der Motorsteuerung 10000 verbun- denen Ausgang der Drehzahlmessvorrichtung 10100 oder einen Ausgang 10500 der Motorsteuerung 10000 mit dem Motordrehzahleingang der Hysterese- funktion 220 verbin- det. Dieser Motordrehzahleingang der Hysterese- funktion 220 wird überschrieben und mit der ersten vorgegebenen Motordrehzahl 225 und der zweiten vorgegebenen Motor- drehzahl 230 verglichen und ist in Fig. 1 mit n_{mot} gekenn- zeichnet.

[0042] Das Einleiten eines Schaltvorgangs, beispielsweise zum zweiten Zeitpunkt t_2 wird von der Motorsteuerung 10000 aus den vom Kupplungspedalstellungserfassungssensor 10200 und vom Fahrpedalstellungserfassungssensor 10300 empfangenen Mess-Signalen dadurch erkannt, dass das Kupplungspedal durchgetreten wird und gleichzeitig das Fahrpedal losgelassen wird.

[0043] Falls nun ein konstant großes Fahrerwunschkmoment, beispielsweise gemäß dem zweiten Wert M2 in Fig. 5b durch den erkannten Schaltvorgang, beispielsweise zum zweiten Zeitpunkt t_2 unterbrochen wird, so kann in der Motorsteuerung 10000 angenommen werden, dass nach erfolgtem Schaltvorgang und Schließen der Kupplung wiederum ein ähnlich oder gleich hohes Fahrerwunschkmoment angefordert ist, wie dies im Beispiel nach Fig. 5b ab dem dritten Zeitpunkt t_3 der Fall ist.

[0044] Von der Getriebe- steuerung 20000 sind der Motor- steuerung 10000 die Übersetzungsverhältnisse der einzel- nen Gangstufen des Fahrzeuggetriebes sowie eine Informa- tion über die vor Einleiten des Schaltvorgangs beispiels- weise zum zweiten Zeitpunkt t_2 zuletzt eingelegte Gangs- tufe zugeführt. Eine Getriebe- steuerung ist nur bei Fahrzeu- gen mit automatischem Getriebe vorhanden.

[0045] Bei Fahrzeugen mit manuellem Schaltgetriebe erfol- gt die Ermittlung des aktuell eingelegten Ganges aus dem Quotienten (Drehzahl der Brennkraftmaschine)/(Fahrzeug- geschwindigkeit) direkt in der Motorsteuerung.

[0046] Die Drehzahl der Brennkraftmaschine wird mittels

eines Drehzahlgebers an der Kurbelwelle gemessen. Die Fahrzeuggeschwindigkeit wird zum Beispiel aus der Radrehzahl (kommt z. B. vom Raddrehzahlgeber des Antiblockiersystems oder einem separaten Drehzahlgeber) berechnet.

[0047] Aus der der Motorsteuerung 10000 von der Drehzahlmessvorrichtung 10100 zugeführten gemessenen Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 beispielsweise zum zweiten Zeitpunkt t_2 unmittelbar vor Einleiten des Schaltvorgangs kann die Motorsteuerung 10000 nun durch Division mit dem Übersetzungsverhältnis der zuletzt eingelegten Gangstufe und Multiplikation mit dem Übersetzungsverhältnis der nächst höheren Gangstufe die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 voraus berechnen, die sich nach Abschließen des Schaltvorgangs, in diesem Beispiel zum dritten Zeitpunkt t_3 einstellen wird.

[0048] Diese Vorausberechnung kann die Motorsteuerung 10000 durchführen, sobald sie das Einleiten des Schaltvorgangs in der beschriebenen Weise detektiert. Dies wird im beschriebenen Beispiel unmittelbar nach dem zweiten Zeitpunkt t_2 sein. Die Motorsteuerung 10000 prüft dann, ob die voraus berechnete Motordrehzahl der Brennkraftmaschine 1005 kleiner ist, als die zweite vorgegebene Motordrehzahl 230. Ist dies der Fall, so veranlasst die Motorsteuerung 10000 den Drehzahlwechsler 10400 zur Verbindung des Ausgangs der Motorsteuerung 10000 mit dem Motordrehzahl Eingang der Hysteresefunktion 220, wobei an diesem Ausgang, der in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 10500 gekennzeichnet ist, die voraus berechnete Motordrehzahl anliegt. Dabei kann es vorgesehen sein, dass die Motorsteuerung 10000 den Drehzahlwechsler 10400 nur dann zur Verbindung des Ausgangs 10500 der Motorsteuerung 10000 mit dem Motordrehzahl Eingang der Hysteresefunktion 220 veranlasst, wenn die von der Drehzahlmessvorrichtung 10100 ermittelte aktuelle Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 oberhalb der zweiten vorgegebenen Motordrehzahl 230 liegt. Andernfalls und außerhalb der Schaltphasen mit betätigter Kupplung veranlasst die Motorsteuerung 10000 den Drehzahlwechsler 10400 zur Verbindung des Ausgangs der Drehzahlmessvorrichtung mit dem Motordrehzahl Eingang der Hysteresefunktion 220, so dass am Motordrehzahl Eingang der Hysteresefunktion 220 die aktuelle Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 anliegt.

[0049] Wenn also die tatsächliche Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 vor dem Schaltvorgang und damit vor dem zweiten Zeitpunkt t_2 , wie in Fig. 5a höher als die erste vorgegebene Motordrehzahl 225 ist und die voraus berechnete Motordrehzahl für den dritten Zeitpunkt t_3 niedriger als die zweite vorgegebene Motordrehzahl 230, wie in Fig. 5a dargestellt, ist, so kann der elektrische Hilfslader 2000 bereits frühzeitig und unmittelbar nach dem zweiten Zeitpunkt t_2 eingeschaltet und in seiner Drehzahl erhöht werden. Auf diese Weise lässt sich nahezu der gesamte Zeitraum vom zweiten Zeitpunkt t_2 bis zum dritten Zeitpunkt t_3 , der hier exemplarisch für einen Schaltvorgang bzw. einen ersten Betriebszustand während eines Beschleunigungsvorgangs betrachtet wird, zur Erhöhung der Drehzahl des elektrischen Hilfsladers ausnutzen, so dass bei möglichst geringer Belastung des Bordnetzes die zur Realisierung des erhöhten Fahrerwunschmomentes gemäß dem zweiten Wert M2 erforderliche Zieldrehzahl des elektrischen Hilfsladers 2000 schneller erreicht werden kann.

[0050] Somit kann die Drehzahl des elektrischen Hilfsladers 2000 bei einem Beschleunigungsvorgang mit einem oder mehreren Schaltvorgängen bereits während der Schaltphasen auf einen vorgegebenen Wert erhöht werden, von dem aus nach Beendigung des jeweiligen Schaltvorgangs durch Einkuppeln bzw. Schließen der Kupplung die erforderliche Zieldrehzahl des elektrischen Hilfsladers 2000 schneller erreicht werden kann.

Dadurch kann der gesamte Beschleunigungsvorgang verkürzt und das Beschleunigungsverhalten des Fahrzeugs verbessert werden.

[0051] Die Vorausberechnung der Drehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005, die sich nach Abschließen des Schaltvorgangs einstellen wird, stellt eine Schätzung einer Betriebsgröße der Brennkraftmaschine 1005 für den zweiten Betriebszustand der Brennkraftmaschine 1005 dar. Die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 ist dabei ein Beispiel für eine solche Betriebsgröße. Die Erfindung ist nicht auf die Verwendung der Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 als, eine solche Betriebsgröße beschränkt. Generell wird erfindungsgemäß im ersten Betriebszustand der Brennkraftmaschine 1005 eine Betriebsgröße der Brennkraftmaschine 1005 für den nachfolgenden zweiten Betriebszustand geschätzt, wobei die Drehzahl des elektrischen Hilfsladers 2000 im ersten Betriebszustand erhöht wird, wenn die geschätzte Betriebsgröße in einem vorgegebenen Betriebsbereich liegt, der für die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 der Wertebereich unterhalb der zweiten vorgegebenen Motordrehzahl 230 ist.

[0052] Ist der erste Betriebszustand der Brennkraftmaschine 1005 ein Schaltvorgang eines Anfahr- oder eines Beschleunigungsvorgangs, so erfolgt die Schätzung der Betriebsgröße aufgrund einer im nachfolgenden zweiten Betriebszustand zu erwartenden eingelegten Gangstufe des Getriebes, wie dies beispielhaft für die Vorausberechnung der Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005, die sich nach Abschließen des Schaltvorgangs einstellen wird, beschrieben wurde.

[0053] Bei einem Fahrzeug mit Automatikgetriebe kann der erste Betriebszustand durch die Wegnahme des Fahrerfußes vom Bremspedal (erkennbar z. B. durch das Öffnen des Bremsschalters) bei eingelegter Fahrstufe erkannt werden. Das vom Fahrer geforderte Moment der Brennkraftmaschine bzw. das Fahrerwunschmoment beim Anfahr- oder Beschleunigungsvorgang wird auf diese Weise ebenfalls schneller erreicht.

[0054] Der erste Betriebszustand kann zusätzlich oder alternativ auch durch Erkennung eines Beschleunigungs- oder Anfahrvorgangs mindestens eines vorausfahrenden Fahrzeugs erreicht werden. Eine solche Erkennung kann beispielsweise mittels eines Systems zur adaptiven Abstandsregelung erfolgen. Solche Systeme können durch Plausibilisierung der Abstandssignale zum vorausfahrenden Verkehr Verzögerungs- und Beschleunigungsvorgänge derzeit bis mindestens zum zweiten vorausfahrenden Fahrzeug erkennen. Dies gilt auch für Anfahrvorgänge innerhalb einer Fahrzeugkolonne.

[0055] Der Aufbau der Mittel 1030 ist in Fig. 2 näher und mit den erforderlichen Eingangsgrößen dargestellt. Ein Kupplungsbetätigungserfassungssignal 1050 ist dabei einem Flankendetektor 1085 zugeführt. Ein Ausgangssignal des Flankendetektors 1085 ist einem Verzögerungsglied 1090 zugeführt. Dem Verzögerungsglied 1090 ist außerdem ein applizierbarer Zeitvorgabewert 1045 zugeführt. Ein Ausgangssignal des Verzögerungsgliedes 1090 ist einem Hochlauf-UND-Gatter 1095 zugeführt. Weiterhin ist das Bit 235 einem Hochlauf-Invertier-Glied 1105 zugeführt, das das Bit 235 invertiert. Ein Ausgang des Hochlauf-Invertier-Gliedes 1105 ist ebenfalls dem Hochlauf-UND-Gatter 1095 zugeführt. Ein Ausgang des Hochlauf-UND-Gatters 1095 steuert einen Auswahlschalter 1080 an. Dem Auswahlschalter 1080 ist einerseits das Ausgangssignal 1055 des Schalters 215 zugeführt und andererseits ein Ausgangssignal eines Rampenfunktionsmoduls 1075. Das Ausgangssignal 1055 des Schalters 215 ist je nach dessen Schalterstellung

die Ruhedrehzahl NEZVLLS oder die Solldrehzahl NELSOLL. Dem Rampenfunktionsmodul 1075 ist ein Ausgangswert 1060, eine Steigung 1065 und ein applizierbarer Endwert 1070 zugeführt. Ein Ausgangssignal des Auswahlschalters 1080 ist einem Maximumauswahlglied 1100 zugeführt. Dem Maximumauswahlglied 1100 ist außerdem das Ausgangssignal 1055 des Schalters 215 zugeführt. Ein erstes Ausgangssignal NELSOLL1 ist der Drehzahlregelung 48 zugeführt. Ein zweites Ausgangssignal X ist einem Bypassventil 1110 zugeführt, über das ein dem Verdichter 16 des elektrischen Hilfsladers 2000 und dem Verdichter 14 des Abgasturboladers parallel geschalteter erster Bypass 1010 geöffnet oder geschlossen werden kann.

[0056] Der Zeitvorgabewert 1045 kann beispielsweise 10 s betragen. Wird nun die Kupplung vom Fahrer betätigt und somit der erste Betriebszustand eingestellt, so wird das Kupplungsbetätigungserfassungssignal 1050 gesetzt. Die positive Flanke des Kupplungsbetätigungserfassungssignals 1050 wird vom Flankendetektor 1085 detektiert. Der Flankendetektor 1085 gibt daraufhin einen gesetzten Wahrheitswert TRUE als gesetztes Wahrheitsbit an das Verzögerungsglied 1090 ab. Das Verzögerungsglied 1090 verzögert die Bitdauer des Wahrheitsbits auf den Zeitvorgabewert 1045, in diesem Beispiel also auf 10 s. Wenn nun während der Dauer des verzögerten gesetzten Wahrheitsbits das Bit 235 zurückgesetzt ist und somit eine Betriebssituation anzeigt, in der der elektrische Hilfslander 2000 benötigt wird, so gelangt nach Inversion durch das Hochlauf-Invertier-Glied 1105 ein ebenfalls auf TRUE gesetztes Signal vom Hochlauf-Invertier-Glied 1105 zum Hochlauf-UND-Gatter 1095. Der Ausgang des Hochlauf-UND-Gatters 1095 ist somit ebenfalls gesetzt und steuert den Auswahlschalter 1080 derart an, dass er den Ausgang des Rampenfunktionsmoduls 1075 mit dem Maximumauswahlglied 1100 verbindet. Das Kupplungsbetätigungserfassungssignal 1050 ist auch dem Rampenfunktionsmodul 1075 zugeführt. Es ist während der Betätigung der Kupplung gesetzt. Mit der positiven Flanke des Kupplungsbetätigungserfassungssignals 1050 gibt das Rampenfunktionsmodul 1075 den Ausgangswert 1060 als Ausgangssolldrehzahl für den elektrischen Hilfslander 2000 über den Auswahlschalter 1080 an das Maximumauswahlglied 1100 ab. Die Ausgangssolldrehzahl kann beispielsweise bei 500 Umdrehungen pro Minute liegen. Anschließend berechnet das Rampenfunktionsmodul ausgehend vom Ausgangswert 1060 mittels der Steigung 1065 weitere Solldrehzahlen für den elektrischen Hilfslander 2000, die somit rampenförmig bis zu einer dem Endwert 1070 entsprechenden Endsolldrehzahl für den elektrischen Hilfslander 2000 ansteigen. Der Endwert kann dabei beispielsweise 22000 Umdrehungen pro Minute betragen. Solange der Auswahlschalter 1080 das Rampenfunktionsmodul 1075 mit dem Maximumauswahlglied 1100 verbindet, werden die vom Rampenfunktionsmodul 1075 berechneten Solldrehzahlen für den elektrischen Hilfslander 2000 an das Maximumauswahlglied 1100 geliefert. Mit Erreichen des Endwertes 1070 wird nur noch die entsprechende Endsolldrehzahl geliefert. Das Rampenfunktionsmodul 1075 wird erst wieder zurückgesetzt, wenn die Kupplungsbetätigung beendet ist und das Kupplungsbetätigungserfassungssignal 1050 wieder zurückgesetzt ist. Alternativ zu dem beschriebenen linear rampenförmigen Anstieg der berechneten Solldrehzahlen kann es auch vorgesehen sein, dass das Rampenfunktionsmodul 1075 einen nichtlinearen Anstieg der Solldrehzahlen realisiert und damit eine nichtlineare Rampenfunktion. Die Zeit von der Ausgabe der Ausgangssolldrehzahl entsprechend, dem Ausgangswert 1060 bis zur Ausgabe der Endsolldrehzahl entsprechend dem Endwert 1070 kann beispielsweise 0,5 s betragen.

[0057] Im Maximumauswahlglied 1100 wird der größere der beiden Eingangswerte als Solldrehzahl für den elektrischen Hilfslander 2000 abgegeben. Dadurch wird gewährleistet, dass der elektrische Hilfslander 2000 immer mit der gerade größten geforderten Drehzahl betrieben wird.

[0058] Wird der Ausgang des Hochlauf-UND-Gatters 1095 spätestens nach Ablauf der durch den Zeitvorgabewert 1045 vorgegebenen Zeit zurückgesetzt, so wird das Rampenfunktionsmodul 1075 wieder mittels Umschalten des Auswahlschalters 1080 vom Maximumauswahlglied 1100 getrennt. Beide Eingangsgrößen und somit auch die Ausgangsgröße NELSOLL1 des Maximumauswahlgliedes 1100 entsprechen dann dem Ausgangssignal des Schalters 215. [0059] Zusätzlich kann es vorgesehen sein, dass das Maximumauswahlglied 1100 mittels des optional vorgesehenen zweiten Ausgangssignals X das Bypassventil 1110, das auch als Schubumluftventil bezeichnet wird, des ersten Bypasses 1010 öffnet, solange das Ausgangssignal des Rampenfunktionsmoduls 1075 im Maximumauswahlglied 1100 zur Ausgabe ausgewählt wird und der Auswahlschalter 1080 das Rampenfunktionsmodul 1075 mit dem Maximumauswahlglied 1100 verbindet, wozu zur Detektion dieses Schaltzustandes des Auswahlschalters 1080 das Ausgangssignal des Hochlauf-UND-Gatters 1095 auch dem Maximumauswahlglied 1100 zugeführt sein kann, wie in Fig. 2 dargestellt.

[0060] Durch diese Maßnahme wird bewirkt, dass während des Hochlaufs der Drehzahl des elektrischen Hilfsladers 2000 im ersten Betriebszustand keine Verdichtung durch die Verdichter 14, 16 stattfindet und somit das Bordnetz erheblich weniger belastet wird. Mit Umschalten des Auswahlschalters 1080 zur Trennung des Rampenfunktionsmoduls 1075 vom Maximumauswahlglied 1100 wird dann das Bypassventil 1110 des ersten Bypasses 1010 mittels des zweiten Ausgangssignals X des Maximumauswahlgliedes 1100 wieder geschlossen, so dass in dem nun folgenden zweiten Betriebszustand der Ladedruck aufgebaut und die gemäß dem Fahrerwunschmoment geforderte Zieldrehzahl am elektrischen Hilfslander 2000 bzw. das geforderte Solldruckverhältnis über dem elektrischen Hilfslander 2000 eingestellt werden kann. Die bei geeigneter Wahl des Endwertes 1070 diesen in der Regel übersteigende Zieldrehzahl von beispielsweise 40000 Umdrehungen pro Minute wird dann im zweiten Betriebsmodus ausgehend vom Endwert 1070 schneller und das Bordnetz weniger belastend erreicht. Der gewünschte Ladedruck am Ausgang des elektrischen Hilfsladers 2000 steht somit erheblich schneller zur Verfügung.

[0061] Optional kann es weiterhin generell vorgesehen sein, dass der Solldrehzahlwert des elektrischen Hilfsladers 2000 mittels eines zweiten Filters 240, das beispielsweise als Tiefpassfilter ausgebildet sein soll, gefiltert wird. Dies ist unabhängig von der Verwendung des Schalters 215. In Fig. 1 wird beispielhaft dargestellt, dass den Mitteln 1030 der Tiefpass 240 folgt, dem Tiefpass 240 somit als Solldrehzahlwert die Ausgangssolldrehzahl NELSOLL1 zugeführt wird.

[0062] Durch den Tiefpass 240 wird die Drehzahlregelung 48 gegen Schwingungen abgesichert. Die Zeitkonstante oder die Zeitkonstanten des Tiefpasses 240 können dabei in Abhängigkeit der Ausgangssolldrehzahl NELSOLL1 gewählt werden. Im folgenden soll beispielhaft von einer einzigen Zeitkonstanten des Tiefpasses 240 ausgegangen werden. Die Zeitkonstante kann mittels einer Kennlinie 245 in Abhängigkeit der Ausgangssolldrehzahl NELSOLL1 gewählt werden. Dabei kann der Kennlinienverlauf beispielsweise derart vorgegeben sein, dass einer kleineren Ausgangssolldrehzahl NELSOLL1 eine kleinere Zeitkonstante und einer größeren Ausgangssolldrehzahl NELSOLL1 eine größere Zeitkonstante zugeordnet ist. Dies führt dazu, dass

eine kleinere Ausgangssolldrehzahl NELSOLL1 schneller und eine größere Ausgangssolldrehzahl NELSOLL1 langsamer von der nach dem Tiefpass 240 folgenden Drehzahlregelung 48 eingestellt werden kann. Dies führt bei größeren Ausgangssolldrehzahlen NELSOLL1 nicht zu einem abrupten Hochfahren des elektrischen Hilfsladers 2000 und damit zu einem größeren Fahrkomfort.

[0063] Alternativ oder zusätzlich könnten die Zeitkonstante oder die Zeitkonstanten des Tiefpasses 240 auch parameterabhängig bzw. kennfeldgesteuert beispielsweise in Abhängigkeit des Luftmassenistwertes m_l und/oder der Motordrehzahl n_{mot} des elektrischen Hilfsladers 2000 eingestellt werden.

[0064] Optional kann es weiterhin generell vorgesehen sein, dass eine Vorrichtung 250 zur Gradientenbildung einer Fahrpedalstellung w_{ped} über der Zeit t vorgesehen ist. Der durch die Vorrichtung 250 gebildete Gradient wird einem Vergleich 255 zugeführt. Der Vergleich 255 vergleicht den Gradienten mit einem vorgegebenen Wert GRWPEDEZV. Liegt der Gradient über dem vorgegebenen Wert GRWPEDEZV, dann wird als Solldrehzahlwert eine Maximaldrehzahl NEZVHIS für den elektrischen Hilfslander 2000 eingestellt und entweder direkt oder wie in Fig. 1 über den Tiefpass 240 der Drehzahlregelung 48 zugeführt.

[0065] Zusätzlich und wie in Fig. 1 dargestellt kann es vorgesehen sein, die vom Gradienten der Fahrpedalstellung abhängige Solldrehzahlwertbildung mit der oben beschriebenen Hystereseffunktion zu verknüpfen. Dabei wird einerseits der Ausgang des Vergleichers 255 und andererseits das Bit 235 auf ein UND-Gatter 260 geführt. Der Ausgang des Vergleichers 255 ist dabei gesetzt, wenn der Gradient der Fahrpedalstellung über dem vorgegebenen Wert GRWPEDEZV liegt.

[0066] Wenn nun also der Gradient der Fahrpedalstellung über dem vorgegebenen Wert GRWPEDEZV liegt und die Motordrehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 1005 unterhalb der ersten vorgegebenen Motordrehzahl liegt, dann wird dem Tiefpass 240 die Maximaldrehzahl NEZVHIS als Solldrehzahlwert zugeführt. Auf diese Weise lässt sich bei einer sehr schnellen Momentenanforderung und ausgeschaltetem oder mit schwacher Drehzahl betriebenen elektrischem Hilfslander 2000 der elektrische Hilfslander 2000 in einem schnelleren Rechenraster vorgesteuert zum Hochlauf bringen, wodurch ein erheblicher Dynamikgewinn erzielt wird.

[0067] Die Berechnung des Ladedrucksollwerts pl_{soll} erfolgt dabei über die Momentenstruktur der Motorsteuerung und benötigt eine dementsprechende Laufzeit. Weiterhin enthält der Berechnungsweg Funktionen, wie zum Beispiel die Lastschlagdämpfung, die zu einem verzögerten Aufbau des Ladedrucksollwerts pl_{soll} führen, der deshalb gegenüber dem aus der Betätigung des Fahrpedals resultierenden Pedalsignal in Form des Gradienten der Fahrpedalstellung nachteilig.

[0068] Alternativ oder auch ergänzend könnten auch der Ladedrucksollwert pl_{soll} und der Luftmassensollstrom m_{lsoll} über eine Prädiktionsrechnung ermittelt werden. Durch eine solche Vorhersage lässt sich der Drehzulaufbau des elektrischen Hilfsladers 2000 ebenfalls vorsteuern bzw. schneller realisieren. Bei der Prädiktionsrechnung kann beispielsweise die Differenz zwischen dem letzten und dem vorletzten Ladedrucksollwert bzw. Luftmassensollstrom bestimmt und aufgrund dieser Differenz eine Extrapolation auf einen nachfolgenden Ladedrucksollwert bzw. Luftmassensollstrom durchgeführt und somit eine Vorhersage realisiert werden.

[0069] Für den Fall, dass der erste Betriebszustand durch Erkennung eines Beschleunigungs- oder Anfahrvorgangs

mindestens eines vorausfahrenden Fahrzeugs erreicht wird, kann vom System zur adaptiven Abstandsregelung ein Beschleunigungssignal 3000 generiert bzw. gesetzt und beispielsweise über einen CAN-Bus an die elektronische Steuereinheit 28 übermittelt werden. Das Beschleunigungssignal 3000 steht dann als Eingangsgröße der Mittel 1030 zur Verfügung, wie in Fig. 2 gestrichelt dargestellt. Dabei kann das Beschleunigungssignal 3000 an die Stelle des Kupplungsbetätigungserfassungssignals 1050 treten. Ein Setzen des Beschleunigungssignals 3000 entspricht dann einem Setzen des Kupplungsbetätigungserfassungssignals 1050. Es kann alternativ aber auch vorgesehen sein, dass sowohl das Kupplungsbetätigungserfassungssignal 1050 als auch das Beschleunigungssignal 3000 vorgesehen sind als Eingangsgrößen der Mittel 1030. In diesem Fall kann eine ODER-Verknüpfung vorgesehen sein, die das Kupplungsbetätigungserfassungssignal 1050 mit dem Beschleunigungssignal 3000 ODER-verknüpft. Die ODER-Verknüpfung ist in Fig. 2 nicht dargestellt. Das Ausgangssignal der ODER-Verknüpfung ist dann auf den Flankendetektor 1085 und das Rampenfunktionsmodul 1075 geführt.

[0070] Für den Fall, dass der erste Betriebszustand durch Entlastung des Bremspedals bei eingelegter Fahrstufe im Falle eines Automatikgetriebes erreicht wird, kann das Kupplungsbetätigungserfassungssignal 1050 durch ein Bremspedalentlastungserfassungssignal ersetzt werden, das gesetzt wird, wenn eine Entlastung des Bremspedals erfasst wird. Dies kann durch eine geeignete Messvorrichtung erfolgen.

[0071] Die Verwendung des Beschleunigungssignals 3000 kann auf besonders anfahrkritische Situationen wie beispielsweise große Höhe, hohe Umgebungstemperatur, Anhängerbetrieb oder dergleichen eingegrenzt werden.

[0072] Die anhand der obigen Ausführungsbeispiele beschriebene Erfindung gewährleistet eine präzise und zugleich bedarfsabhängige Steuerung oder Regelung des elektrischen Hilfsladers 2000 ohne unnötige Bordnetzbelastung und ohne Mehraufwand hinsichtlich der erforderlichen Sensoren.

[0073] Wenn der Druck p_{vor} vor dem elektrischen Hilfslander 2000 und der Druck p_{nach} hinter dem elektrischen Hilfslander 2000 in Strömungsrichtung bekannt ist, beispielsweise durch Messung mittels je eines Drucksensors vor und nach dem elektrischen Hilfslander 2000, so kann durch Quotientenbildung p_{nach}/p_{vor} das aktuelle Verdichterdruckverhältnis $v_{pezv} = p_{nach}/p_{vor}$ des elektrischen Hilfsladers 2000 ermittelt werden. In diesem Fall kann ausgehend vom Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 auf das Kennfeld 200 zur Ermittlung des aktuellen Verdichterdruckverhältnisses v_{pezv} des elektrischen Hilfsladers 2000 verzichtet werden.

[0074] Gemäß Fig. 1 ist der elektrische Hilfslander 2000 dem Verdichter 14 des Abgasturboladers vorgeschaltet. Die Reihenfolge der beiden Lader 14, 2000 ist jedoch beliebig im Hinblick auf die erfindungsgemäße Regelung des Verdichterdruckverhältnisses des elektrischen Hilfsladers 2000. Wenn jedoch entgegen der Darstellung nach Fig. 1 der elektrische Hilfslander 2000 in Strömungsrichtung nach dem Verdichter 14 des Abgasturboladers angeordnet ist, so ist dies aus thermodynamischer Sicht für den elektrischen Hilfslander 2000 ungünstiger.

[0075] Es kann nun vorgesehen sein, dass der Endwert 1070 als vorgegebener Wert für die Drehzahl in Abhängigkeit von der Bildung der Drehzahl des elektrischen Hilfsladers 2000 bei mindestens einer vorherigen Erhöhung des Fahrerwunschmomentes gebildet wird. Eine Realisierungsmöglichkeit zeigt das Blockschaltbild der Fig. 4.

[0076] In Fig. 4 kennzeichnet 3001 einen Speicher für einen Dekrementwert und 3005 einen Speicher für einen In-

krementwert. Über einen Adaptionsschalter 3010 ist entweder der Speicher 3001 für den Dekrementwert oder der Speicher 3005 für den Inkrementwert mit einem Summations- und Speicherglied 3015 verbindbar. Das Summations- und Speicherglied 3015 speichert den Endwert 1070 als vorgegebenen Wert für die Drehzahl des elektrischen Hilfssladers 2000 und gibt diesen Endwert 1070 an das Rampenfunktionsmodul 1075, wie in Fig. 2 dargestellt, ab.

[0077] Eine Ansteuerung des Adaptionsschalters 3010 erfolgt mittels eines ersten Flip-Flops 3020, das beispielsweise als RS-Flip-Flop ausgebildet sein kann und dessen nicht invertierender Ausgang 3025 über einen Flankendetektor 3030 das Ansteuersignal für den Adaptionsschalter 3010 liefert. Das Ausgangssignal 1055 des Schalters 215 und das Ausgangssignal des Rampenfunktionsmoduls 1075 ist einem Vergleichler 3035 zugeführt, dessen Ausgang mit einem Setzeingang 3040 des ersten Flip-Flops 3020 verbunden ist. Dabei liefert der Vergleichler 3035 ein Setzsignal an den Setzeingang 3040, wenn das Ausgangssignal 1055 des Schalters 215 größer oder gleich dem Ausgangssignal des Rampenfunktionsmoduls 1075 ist. Ein invertierender Ausgang 3045 des ersten Flip-Flops 3020 und der Ausgang des UND-Gatters 260 sind auf ein UND-Gatter 3050 geführt, dessen Ausgang mit einem Setzeingang 3055 eines zweiten Flip-Flops 3060, das ebenfalls als RS-Flip-Flop ausgebildet sein kann, verbunden ist. Ein nicht invertierender Ausgang 3065 des zweiten Flip-Flops 3060 ist über einen Flankendetektor 3070 auf einen Eingang eines ODER-Gatters 3075 geführt, dessen anderer Eingang mit dem Ausgang des Flankendetektors 3030 verbunden ist. Der Ausgang des ODER-Gatters 3075 ist über einen weiteren Flankendetektor 3080 dem Summations- und Speicherglied 3015 zugeführt. In Fig. 4 kennzeichnet weiterhin 3085 einen Speicher für einen Drehzahlgrenzwert, der zusammen mit dem Ausgangssignal 1055 des Schalters 215 auf ein Vergleichsglied 3090 geführt ist. Der Ausgang des Vergleichsglieds 3090 ist über einen Flankendetektor 3095 auf einen Rücksetzeingang 3100 des ersten Flip-Flops 3020 und auf einen Rücksetzeingang 3105 des zweiten Flip-Flops 3060 geführt. Das Vergleichsglied 3090 gibt ein Rücksetzsignal ab, wenn das Ausgangssignal 1055 des Schalters 215 kleiner als der Drehzahlgrenzwert im Speicher 3085 ist. Die positive Flanke dieses Rücksetzsignals wird durch den Flankendetektor 3095 erkannt und in einen kurzen Impuls, beispielsweise der Dauer von 10 ms oder weniger, umgewandelt. Dieser Impuls dient dann der Rücksetzung der beiden Flip-Flops 3020, 3060. Weiter ist ein Speicher 3110 für eine obere Drehzahlgrenze und ein Speicher 3115 für eine untere Drehzahlgrenze vorgesehen, die beide mit dem Summations- und Speicherglied 3015 verbunden sind. Ferner ist ein Speicher 3120 für eine Initialisierungsdrehzahl vorgesehen, die ebenfalls mit dem Summations- und Speicherglied 3015 verbunden ist. Dem Summations- und Speicherglied 3015 ist schließlich ein Initialisierungssignal 3125 zuführbar.

[0078] Bei Unterbrechung der Spannungsversorgung der elektronischen Steuereinheit 28 wird das Initialisierungssignal 3125 beispielsweise in Form eines Initialisierungsimpulses der Dauer von 10 ms erzeugt. Durch das Initialisierungssignal 3125 wird das Summations- und Speicherglied 3015 initialisiert. Bei dieser Initialisierung wird die Initialisierungsdrehzahl aus dem Speicher 3120 in das Summations- und Speicherglied 3015 übernommen und dort abgespeichert. Sie wird als Endwert 1070 an das Rampenfunktionsmodul 1075 abgegeben. Im Folgenden wird das Ausgangssignal 1055 des Schalters 215 mit dem Ausgangssignal des Rampenfunktionsmoduls 1075 im Vergleichler 3035 verglichen. Ist dabei die Drehzahl am Ausgang des Schalters 215 größer oder gleich der vom Rampenfunktions-

modul 1075 abgegebenen Drehzahl, so gibt der Vergleichler 3035 einen Setzimpuls an den Setzeingang 3040 des ersten Flip-Flops 3020 ab. Dadurch wird der nichtinvertierende Ausgang 3025 des ersten Flip-Flops 3020 gesetzt und der invertierende Ausgang 3045 des ersten Flip-Flops 3020 zurückgesetzt. Die positive Flanke des gesetzten Ausgangssignals am nichtinvertierenden Ausgang 3025 des ersten Flip-Flops 3020 wird vom Flankendetektor 3030 erkannt und in einen Impuls einer Dauer von beispielsweise etwa 10 ms oder weniger umgesetzt. Durch den so gebildeten Setzimpuls wird der Adaptionsschalter 3010 angesteuert und dazu veranlasst, den Speicher 3001 für den Dekrementenwert mit dem Summations- und Speicherglied 3015 zu verbinden. Gleichzeitig wird durch diesen Setzimpuls des Flankendetektors 3030 einer der beiden Eingänge des ODER-Gatters 3075 gesetzt, wodurch auch der Ausgang des ODER-Gatters 3075 gesetzt wird. Das Setzsignal am Ausgang des ODER-Gatters 3075 wird durch den Flankendetektor 3080 bei seiner positiven Flanke erkannt und in einen Setzimpuls von beispielsweise etwa 10 ms oder weniger umgesetzt. Durch diesen Setzimpuls wird das Summations- und Speicherglied 3015 aktiviert und veranlasst, den gespeicherten Drehzahlwert um den Dekrementenwert des Speichers 3001 zu dekrementieren, den so gebildeten neuen Drehzahlwert abzuspeichern und als Endwert 1070 an das Rampenfunktionsmodul 1075 abzugeben. Wird also insbesondere bei einer Erhöhung des Fahrerwunschkomentes eine Drehzahl des elektrischen Hilfssladers 2000 über den Pfad mit dem Verdichterkennfeld 46 gebildet, so wird für einen nachfolgenden ersten Betriebszustand, der einer erneuten Erhöhung des Fahrerwunschkomentes unmittelbar vorausgeht, der Endwert 1070 für den Hochlauf des elektrischen Hilfssladers 2000 dekrementiert. Der Pfad mit dem Verdichterkennfeld 46 wird im folgenden als Kennfeldpfad bezeichnet. Sinkt die Drehzahl des Ausgangssignals 1055 des Schalters 215 unter den Drehzahlgrenzwert des Speichers 3085 ab, so führt dies in der beschriebenen Weise zu einem Zurücksetzen der beiden Flip-Flops 3020, 3060. Wenn der Ausgang des UND-Gatters 260 bei einem Gradienten der Fahrpedalstellung oberhalb dem vorgegebenen Wert GRWPEDEZV gesetzt ist und das erste Flip-Flop 3020 zurückgesetzt und damit der invertierende Ausgang 3045 des ersten Flip-Flops 3020 gesetzt ist, dann wird auch der Ausgang des UND-Gatters 3050 und damit der Setzeingang 3055 des zweiten Flip-Flops 3060 gesetzt. Die positive Flanke des gesetzten Signals am nichtinvertierenden Ausgang 3065 des zweiten Flip-Flops 3060 wird vom Flankendetektor 3070 erkannt und in einen Setzimpuls der Dauer von beispielsweise etwa 10 ms oder weniger umgesetzt, der dem ODER-Gatter 3075 zugeführt ist, dessen Ausgang daraufhin in der beschriebenen Weise ebenfalls gesetzt wird und das Summations- und Speicherglied 3015 aktiviert. Da das erste Flip-Flop 3020 zurückgesetzt ist, steht am nichtinvertierenden Ausgang 3025 des ersten Flip-Flops 3020 kein Signal an. Ohne Signal am nichtinvertierenden Ausgang 3025 des ersten Flip-Flops 3020 wird der Adaptionsschalter 3010 derart angesteuert, dass er, wie in Fig. 4 dargestellt, den Speicher 3005 für den Inkrementwert mit dem Summations- und Speicherglied 3015 verbindet. Bei der Aktivierung des Summations- und Speicherglieds 3015 wird dann der im Summations- und Speicherglied 3015 gespeicherte Drehzahlwert um den im Speicher 3005 abgelegten Inkrementwert inkrementiert, der inkrementierte Drehzahlwert als neuer Drehzahlwert im Summations- und Speicherglied 3015 abgespeichert und als Endwert 1070 an das Rampenfunktionsmodul 1075 abgegeben.

[0079] Wenn also die Drehzahl des elektrischen Hilfssladers 2000 bei einer Erhöhung des Fahrerwunschkomentes

aufgrund einer Betätigung des Fahrpedals mit einem Gradienten über den vorgegebenen Wert GRWPEDEZV erfolgt, wobei dies als Gradientenpfad bezeichnet wird, dann wird der Endwert 1070 für einen Hochlauf des elektrischen Hilfs-
laders 2000 in einem nachfolgenden ersten Betriebszustand der Brennkraftmaschine 1005, der einer nachfolgenden Erhöhung des Fahrerwunschlomentes unmittelbar voraus-
geht, in der beschriebenen Weise inkrementiert.

[0080] Das Rücksetzen der beiden Flip-Flops 3020, 3060 erfolgt wieder, wenn die Drehzahl des Ausgangssignals 1055 des Schalters 215 den Drehzahlgrenzwert im Speicher 3085 unterschreitet.

[0081] Der im Summations- und Speicherglied 3015 durch Inkrementieren bzw. Dekrementieren gebildete Drehzahlwert wird durch die untere Drehzahlgrenze im Speicher 3115 und die obere Drehzahlgrenze im Speicher 3110 begrenzt. Die im Summations- und Speicherglied 3015 gebildete Drehzahl für den elektrischen Hilfsleiter 2000 und damit der abgegebene und im Summations- und Speicherglied 3015 gespeicherte Endwert 1070 kann auf diese Weise die untere Drehzahlgrenze nicht unterschreiten und die obere Drehzahlgrenze nicht überschreiten.

[0082] Durch das in Fig. 4 beschriebene Modul zur Bildung des Endwertes 1070, das durch das Bezugszeichen 3130 gekennzeichnet ist, wird der Fahrertyp bzw. das Fahrerverhalten bei der Bestimmung des Endwertes 1070 berücksichtigt. Auf diese Weise kann der Endwert 1070 und damit die während des ersten Betriebszustandes der Brennkraftmaschine 1005 maximal erreichte Drehzahl des elektrischen Hilfs-
laders 2000 an den Fahrertyp bzw. das Fahrerverhalten angepasst werden. Dadurch kann ein Kompromiss zwischen Sportlichkeit und Wirtschaftlichkeit gefunden werden. Ein sportlicher Fahrer wird mehr Wert auf ein gutes Ansprechverhalten des Fahrzeugs als auf den Kraftstoffverbrauch legen. Eine Erhöhung des Fahrerwunschlomentes wird bei geeigneter Wahl des vorgegebenen Gradientenwertes GRWPEDEZV häufiger über den Gradientenpfad als über den Kennfeldpfad erfolgen. Daher wird der Endwert 1070 im Summations- und Speicherglied 3015 tendenziell eher erhöht, so dass dem Fahrer im ersten Betriebszustand der Brennkraftmaschine eine höhere Drehzahl des elektrischen Hilfs-
laders 2000 zur Verfügung gestellt wird. Einem verbrauchs- und komfortbewussten Fahrer wird das Ansprechverhalten weniger wichtig als der Kraftstoffverbrauch bzw. der akustische Komfort sein und er wird mit einer niedrigeren Drehzahl des elektrischen Hilfs-
laders im ersten Betriebszustand der Brennkraftmaschine zufrieden sein. Bei geeigneter Wahl des vorgegebenen Gradientenwertes GRWPEDEZV wird bei einem solchen Fahrer die Erhöhung des Fahrerwunschlomentes häufiger über den Kennfeldpfad als über den Gradientenpfad erfolgen. Daher wird der Endwert 1070 im Summations- und Speicherglied 3015 bei einem solchen Fahrer eher gesenkt, so dass für den ersten Betriebszustand der Brennkraftmaschine eine niedrigere Drehzahl für den elektrischen Hilfs-
lader 2000 zur Verfügung steht.

[0083] Durch das Modul 3130 gemäß Fig. 4 wird daher einerseits der Fahrertyp bzw. das Fahrerverhalten erkannt und andererseits der Endwert 1070 an den erkannten Fahrertyp bzw. an das erkannte Fahrerverhalten angepasst.

[0084] Bei einem niedrigeren Endwert 1070 für den ersten Betriebszustand der Brennkraftmaschine 1005 wird der Generator des Fahrzeugs weniger belastet und dadurch Kraftstoff eingespart.

[0085] Durch Verwendung der beiden Flip-Flops 3020, 3060 wird verhindert, dass nach einer Inkrementierung des Endwertes 1070 aufgrund einer vorherigen Erhöhung des Fahrerwunschlomentes über den Gradientenpfad anschlie-

gend eine Dekrementierung des Endwertes 1070 erfolgt, weil der Erhöhung des Fahrerwunschlomentes über den Gradientenpfad in der Regel eine Erhöhung des Fahrerwunschlomentes über den Kennfeldpfad nachfolgt. Durch Verwendung der beiden Flip-Flops 3020, 3060 ist aber sichergestellt, dass jede Erhöhung oder Erniedrigung des Endwertes 1070 auf einer unterschiedlichen Erhöhung und damit nicht auf der selben Erhöhung des Fahrerwunschlomentes basiert. Jede neuerliche Veränderung des Endwertes 1070 setzt voraus, dass die über den Kennfeldpfad gebildete Drehzahl für den elektrischen Hilfs-
lader 2000 wieder unter den Drehzahlgrenzwert des Speichers 3085 zurückfällt. Unter dem Kennfeldpfad wird dabei genau genommen nicht nur der Pfad über das Verdichterkennfeld 46 sondern auch die Verwendung der Ruhedrehzahl NEZVLLS verstanden, also jede Drehzahl, die über den Schalter 215 an die Mittel 1030 abgegeben wird. Für die in den Speichern 3001, 3005, 3085, 3110, 3115, 3120 abgelegten Werte können beispielhaft folgende Werte verwendet werden: der Dekrementwert im Speicher 3001 kann beispielsweise 1000 U/min. betragen, der Inkrementwert im Speicher 3005 kann beispielsweise 2000 U/min. betragen, der Drehzahlgrenzwert im Speicher 3085 kann beispielsweise 10.000 U/min betragen, die untere Drehzahlgrenze im Speicher 3115 kann beispielsweise 18.000 U/min. betragen, die obere Drehzahlgrenze im Speicher 3110 kann beispielsweise 40.000 U/min betragen und die Initialisierungsdrehzahl im Speicher 3120 kann beispielsweise 25.000 U/min betragen.

[0086] Der akustische Komfort wird bei geringerer Drehzahl des elektrischen Hilfs-
laders 2000 und damit einer Reduzierung der Geräusche des elektrischen Hilfs-
laders 2000 erzielt. Die Geräuschbelastung durch den elektrischen Hilfs-
lader 2000 wird bei reduzierter Drehzahl des elektrischen Hilfs-
laders 2000 ebenfalls reduziert. Ein verbessertes Ansprechverhalten des Fahrzeugs bzw. des elektrischen Hilfs-
laders 2000 wird durch einen höheren Endwert 1070 und damit eine höhere erreichbare Drehzahl des elektrischen Hilfs-
laders 2000 im ersten Betriebszustand erreicht.

[0087] Die Auswahl des Speichers 3001 mit dem Dekrementwert bzw. des Speichers 3005 mit dem Inkrementwert durch den Adaptionsschalter 3010 erfolgt wie beschrieben abhängig vom Fahrertyp bzw. vom Fahrerverhalten. Zur Ansteuerung des Adaptionsschalters 3010 kann jedoch alternativ zu der oben beschriebenen Vorgehensweise auch jede andere dem Fachmann bekannte Art der Fahrertyp- bzw. Fahrerverhaltenserkennung eingesetzt werden. Eine Fahrertyperkennung wird zum Beispiel bei automatischen Schaltgetrieben angewandt, um die Schaltpunkte der Fahrweise des augenblicklichen Fahrers anzupassen.

[0088] Alternativ kann es vorgesehen sein, dass der Ausgang des UND-Gatters 260 mit dem Setzeingang 3040 des ersten Flip-Flops 3020 und der Ausgang des Vergleichers 3035 mit einem Eingang des UND-Gatters 3050 verbunden ist, dessen anderer Eingang wie beschrieben mit dem invertierenden Ausgang 3045 des ersten Flip-Flops 3020 verbunden ist. Der Adaptionsschalter 3010 wird dann derart angesteuert, dass er ohne Signal am nicht invertierenden Ausgang 3025 des ersten Flip-Flops 3020 den Speicher 3001 für den Dekrementwert mit dem Summations- und Speicherglied 3015 verbindet, so dass bei Aktivierung des Summations- und Speichergliedes 3015 der im Summations- und Speicherglied 3015 gespeicherte Drehzahlwert entsprechend dekrementiert wird.

[0089] Ist der nicht invertierende Ausgang 3025 des ersten Flip-Flops 3020 gesetzt, so wird der Speicher 3005 für den Inkrementwert über den Adaptionsschalter 3010 mit dem Summations- und Speicherglied 3015 verbunden und der im Summations- und Speicherglied 3015 gespeicherte Dreh-

zahlwert entsprechend inkrementiert, wenn das Summations- und Speicherglied **3015** aktiviert wird.

[0090] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist der Lader als mechanischer Hilfslander **1000** ausgebildet. Mechanische Hilfslander werden üblicherweise durch elektromagnetische Schaltkupplungen zu- und abgeschaltet. Darüber hinaus werden auch kontinuierlich in ihrem Öffnungsgrad steuerbare Bypässe verwendet, um den Ladedruck über dem jeweiligen mechanischen Hilfslander zu steuern. Dabei ist im Leerlauf und im unteren Teillastbereich die Schaltkupplung und der Bypass des jeweiligen mechanischen Hilfslanders offen. Bei Lastanforderung wird die Schaltkupplung beispielsweise digital geschlossen und der Bypass entsprechend der Ladedruckanforderung gesteuert. Erfolgen beide Maßnahmen synchron zur Erhöhung des Fahrerwunschmomentes, so ergibt sich das Problem eines Einschalttruckles aufgrund der Massenträgheit des mechanischen Hilfslanders, die die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine belastet und eines nicht spontan abrufbaren Ladedrucks, da der mechanische Hilfslander erst Ladeluftvolumen auffüllen muss.

[0091] In Fig. 3 kennzeichnen dabei gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente wie in Fig. 1. Das Luftansaugsystem **10** in Fig. 2 entspricht dabei dem Luftansaugsystem in Fig. 1 mit dem Unterschied, dass der Lader beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 der mechanische Hilfslander **1000** ist. Der mechanische Hilfslander **1000** umfasst neben dem Verdichter **16** und der Antriebswelle **20** eine Schaltkupplung **1020** zur Herstellung eines Kraftschlusses zwischen der Antriebswelle **20** und einer Kurbelwelle **1015** der Brennkraftmaschine **1005**. Der mechanische Hilfslander **1000** wird somit von der Kurbelwelle **1015** angetrieben. Der Verdichter **16** ist dabei durch einen zweiten Bypass **1025** parallel geschaltet. Dieser zweite Bypass **1025** weist ein zweites Bypassventil **1115** auf, über das der zweite Bypass **1025** geöffnet oder geschlossen werden kann.

[0092] Die Mittel **1030** zur Bildung des Ansteuersignals sind nun mit dem dem zweiten Bypassventil **1115** und der Schaltkupplung **1020** verbunden. Den Mitteln **1030** ist außerdem von einer Kupplung **1120** der Brennkraftmaschine **1005** das Kupplungssignal **1050** zugeführt. Wird die Kupplung **1120** vom Fahrer betätigt und das Kupplungsbetätigungserfassungssignals **1050** somit gesetzt, so bilden die Mittel **1030** ein erstes Ansteuersignal **1125** zur Ansteuerung der Schaltkupplung **1020** dahingehend, dass die Antriebswelle **20** mit der Kurbelwelle **1015** verbunden und der Verdichter **16** des mechanischen Hilfslanders **1000** somit angetrieben wird. Somit wird bereits im ersten Betriebszustand der Betätigung der Kupplung **1120** ein Hochlauf des Verdichters **16** des mechanischen Hilfslanders **1000** bewirkt und damit ein schnellerer Hochlauf des mechanischen Hilfslanders **1000** im zweiten Betriebszustand unmittelbar nach Schließen der Kupplung **1120** auf die zur Einstellung des Fahrerwunschmomentes erforderlichen Zieldrehzahl erreicht. Auf diese Weise wird ein Einschalttruck durch die zusätzliche Belastung der Kurbelwelle **1015** beim Verbinden mit der Antriebswelle **20** vom zweiten in den ersten Betriebszustand wesentlich vorverlegt und der Fahrkomfort somit erhöht. Der Einschalttruck tritt somit erheblich weniger störend auf, als synchron zum Anfahren oder Beschleunigen im zweiten Betriebszustand.

[0093] Im Falle eines Automatikgetriebes kann auch hier das Kupplungsbetätigungserfassungssignal **1050** durch das Bremspedalentlastungserfassungssignal ersetzt werden. Zusätzlich oder alternativ kann auch hier noch das Beschleunigungssignal **3000** wie zu Fig. 2 beschrieben mit dem Kupplungsbetätigungserfassungssignal **1050** oder dem Bremspedalentlastungserfassungssignal ODER-verknüpft werden,

um durch die Mittel **1030** die Schaltkupplung **1020** entsprechend anzusteuern.

[0094] Zusätzlich können die Mittel **1030** ein zweites Ansteuersignal **1130** an das zweite Bypassventil **1115** abgeben, um dieses bei Setzen des Kupplungsbetätigungserfassungssignals **1050** zu schließen. Somit kann bereits im ersten Betriebszustand der Ladedruck über dem Verdichter **16** des mechanischen Hilfslanders **1000** aufgebaut werden und der Einschalttruck im zweiten Betriebszustand weiter reduziert werden. Der Druckaufbau im zweiten Betriebszustand wird somit nochmals beschleunigt und beim eigentlichen Anfahr- oder Beschleunigungszeitpunkt im zweiten Betriebszustand ist bereits sehr viel Ladedruck spontan abrufbar. Der zweite Bypass **1025** könnte alternativ auch sowohl dem Verdichter **16** des mechanischen Hilfslanders **1000** als auch dem Verdichter **14** des Abgasturboladers parallel geschaltet sein und somit als Schubumluftventil ausgebildet sein.

[0095] Alternativ kann es auch vorgesehen sein, das zweite Bypassventil **1115** während des ersten Betriebszustandes noch nicht zu schließen, sondern erst zu Beginn des eigentlichen Anfahr- oder Beschleunigungsvorgangs mit Beginn der Betätigung des Fahrpedals durch den Fahrer. Der Ladedruck würde dann erst im zweiten Betriebszustand aufgebaut werden. Dies kann für die verwendeten Luftführungssysteme, insbesondere Schläuche, verschleißunanfällig sein.

[0096] Eine Belastung des Bordnetzes ist bei Verwendung des mechanischen Hilfslanders **1000** zu vernachlässigen, da der Antrieb des mechanischen Hilfslanders **1000** über die Kurbelwelle **1015** der Brennkraftmaschine **1005** erfolgt.

[0097] Aufgrund eines Mitkopplungseffektes zwischen dem Lader und dem Abgasturbolader führt ein Erhöhen der Drehzahl des Laders im ersten Betriebszustand in beiden beschriebenen Ausführungsbeispielen zu einer Erhöhung der Drehzahl des Abgasturboladers. Somit lässt sich ein Dynamikgewinn erzielen und der Abgasturbolader im unmittelbar folgenden zweiten Betriebszustand ebenfalls schneller auf die für ihn gewünschte Zieldrehzahl bringen.

[0098] Die folgende Betrachtung gilt sowohl für den elektrischen Hilfslander **2000** als auch für den mechanischen Hilfslander **1000**. Da im ersten Betriebszustand keine Momentenforderung durch den Fahrer vorliegt, kann darüber hinaus der Einschalttruck – analog zum Zuschalten eines Klimakompressors – durch eine entsprechende Momentenreserve ausgeglichen werden. Die Momentenreserve kann dabei ebenfalls durch das Setzen des Kupplungsbetätigungserfassungssignals **1050** oder das Bremspedalentlastungserfassungssignal aktiviert werden. Zusätzlich oder alternativ kann diese Aktivierung mittels Setzen des Beschleunigungssignals **3000** erfolgen. Dabei ist wie oben beschrieben auch eine ODER-Verknüpfung zwischen dem Beschleunigungssignal **3000** und dem Kupplungsbetätigungserfassungssignal **1050** bzw. dem Bremspedalentlastungserfassungssignal zur Aktivierung der Momentenreserve möglich.

[0099] Dazu wird vor der Zuschaltung des Hilfslanders **1000**, **2000** der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine (mit Fremdzündung) durch Verschieben des Zündwinkels gezielt verschlechtert. Das an die Kurbelwelle abgegebene Drehmoment und die Leerlaufdrehzahl werden jedoch über eine Erhöhung der Zylinderfüllung konstant gehalten.

[0100] Wenn nun die Komponente zugeschaltet wird, dann kann gleichzeitig der Zündwinkel wieder sehr schnell in Richtung eines höheren Wirkungsgrades der Brennkraftmaschine verschoben werden, so dass das an die Kurbelwelle abgegebene Drehmoment während des Schaltvorgangs konstant bleibt. Die Vorgehensweise ist auch bei Brennkraftmaschinen mit Selbstzündung anwendbar, wenn statt dem Zündwinkeleingriff ein späterer Einspritzbeginn

und anstelle der Füllung eine höhere Einspritzmenge verwendet wird.

[0101] Es kann nun zusätzlich vorgesehen sein, die während des ersten Betriebszustandes gebildete Momentenreserve ebenfalls in Abhängigkeit von der Bildung der Drehzahl des elektrischen Hilfsladers 2000 bei mindestens einer vorherigen Erhöhung des Fahrerwunschlages zu bilden. Somit kann der Betrag der Zündwinkelverschiebung und damit der Wirkungsgradverschlechterung abhängig vom erkannten Fahrertyp bzw. Fahrerverhalten angepasst werden.

[0102] Dabei wird dem sportlichen Fahrer, der mehr Wert auf ein gutes Ansprechverhalten des Fahrzeugs als auf den Kraftstoffverbrauch legt, eine höhere Momentenreserve als dem verbrauchs- und komfortbewussten Fahrer zur Verfügung gestellt. Das bedeutet, dass der Betrag der Zündwinkelverschiebung und somit der Wirkungsgradverschlechterung beim sportlichen Fahrer größer eingestellt wird, als beim verbrauchs- und komfortbewussten Fahrer. Den Spontanitätsgewinn bzw. das verbesserte Ansprechverhalten des Fahrzeugs bzw. des elektrischen Hilfsladers 2000 für den sportlichen Fahrer erreicht man dann dabei wiederum auf Kosten des Kraftstoffverbrauchs während des ersten Betriebszustandes, der bei getretener Kupplung dem Leerlauf entspricht.

[0103] Durch die Rücknahme des Zündwinkleingriffs erhöht sich einerseits das spontan abrufbare Moment und andererseits erhöht sich der Massendurchsatz und das Entlassangebot an die Turbine des Abgasturboladers, so dass sich mehrere anfahrverbessernde Effekte positiv überlagern.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung oder Regelung eines Laders (2000; 1000), wobei ein Ansteuersignal gebildet wird, das den Lader (2000; 1000) ansteuert, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit eines ersten Betriebszustandes der Brennkraftmaschine (1005), der einer Erhöhung eines Fahrerwunschlages unmittelbar vorausgeht, das Ansteuersignal derart gebildet wird, dass der Lader (2000; 1000) bereits während dieses ersten Betriebszustandes seine Drehzahl erhöht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Betriebszustand durch Betätigung einer Kupplung erreicht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Betriebszustand durch Entlastung des Bremspedals bei eingelegerter Fahrstufe erreicht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Betriebszustand durch Erkennung eines Beschleunigungs- oder Anfahrvorgang mindestens eines vorausfahrenden Fahrzeugs erreicht wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Erhöhung der Drehzahl während des ersten Betriebszustandes ein dem Lader (2000; 1000) parallelgeschalteter erster Bypass (1010) geöffnet wird.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausbildung des Laders (200; 1000) als elektrischer Hilfslander (2000) während des ersten Betriebszustandes die Drehzahl des elektrischen Hilfsladers (2000) auf einen vorgegebenen Wert und/oder mit einer vorgegebenen Steigung erhöht wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebene Wert für die Drehzahl in Ab-

hängigkeit von der Bildung der Drehzahl des elektrischen Hilfsladers (2000) bei mindestens einer vorherigen Erhöhung des Fahrerwunschlages gebildet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebene Wert erhöht wird, wenn eine Bildung der Drehzahl des elektrischen Hilfsladers (2000) bei einer vorherigen Erhöhung des Fahrerwunschlages aufgrund eines Gradienten einer Fahrpedalstellung oberhalb eines vorgegebenen Schwellwertes erfolgte.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebene Wert gesenkt wird, wenn eine Bildung der Drehzahl des elektrischen Hilfsladers (2000) bei einer vorherigen Erhöhung des Fahrerwunschlages aufgrund eines Verdichterkennfeldes (46) erfolgte.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des ersten Betriebszustandes eine Momentenreserve gebildet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, soweit dieser auf einen der Ansprüche 7 bis 9 rückbezogen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Momentenreserve in Abhängigkeit von der Bildung der Drehzahl des elektrischen Hilfsladers (2000) bei mindestens einer vorherigen Erhöhung des Fahrerwunschlages gebildet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Betriebszustand der Brennkraftmaschine (1005) eine Betriebsgröße, insbesondere eine Motordrehzahl, der Brennkraftmaschine für den nachfolgenden zweiten Betriebszustand geschätzt wird und dass die Drehzahl des elektrischen Hilfsladers im ersten Betriebszustand erhöht wird, wenn die geschätzte Betriebsgröße in einem vorgegebenen Betriebsbereich liegt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schätzung der Betriebsgröße auf Grund einer im nachfolgenden zweiten Betriebszustand zu erwartenden eingelegten Gangstufe eines Getriebes durchgeführt wird.

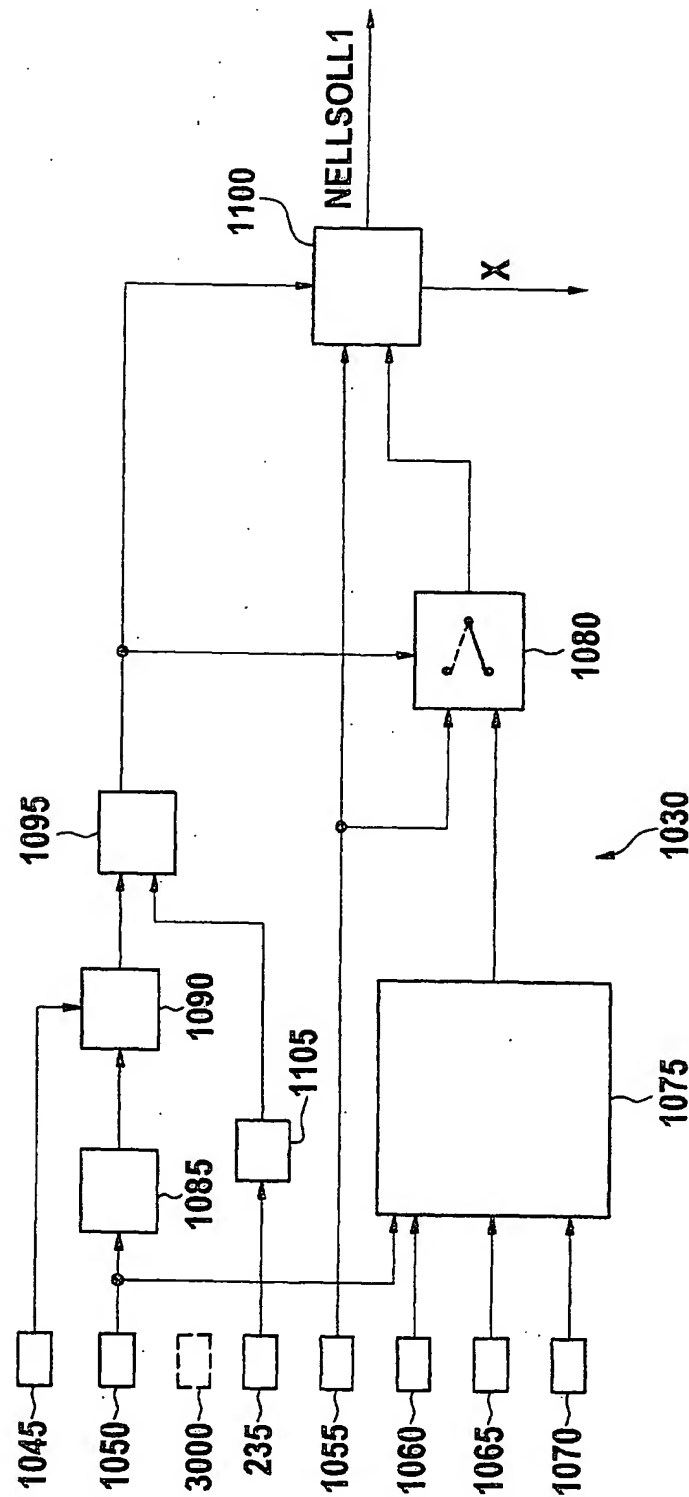
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausbildung des Laders (2000; 1000) als mechanischer Hilfslander (1000) während des ersten Betriebszustandes das Ansteuersignal derart gebildet wird, dass eine Schaltkupplung (1020) des mechanischen Hilfsladers (1000) zu einer Kurbelwelle (1015) der Brennkraftmaschine (1005) geschlossen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass während des ersten Betriebszustandes ein dem mechanischen Hilfslander (1000) parallelgeschalteter zweiter Bypass (1025) geschlossen wird.

16. Vorrichtung (28) zur Steuerung oder Regelung eines Laders (2000; 1000), wobei Mittel (1030) zur Bildung eines Ansteuersignals vorgesehen sind, wobei das Ansteuersignal den Lader (2000; 1000) ansteuert, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (1030) in Abhängigkeit eines ersten Betriebszustandes der Brennkraftmaschine (1005), der einer Erhöhung eines Fahrerwunschlages unmittelbar vorausgeht, das Ansteuersignal derart bilden, dass der Lader (2000; 1000) bereits während dieses ersten Betriebszustandes seine Drehzahl erhöht.

- Leerseite -

Fig. 2



BEST AVAILABLE COPY

Fig. 3

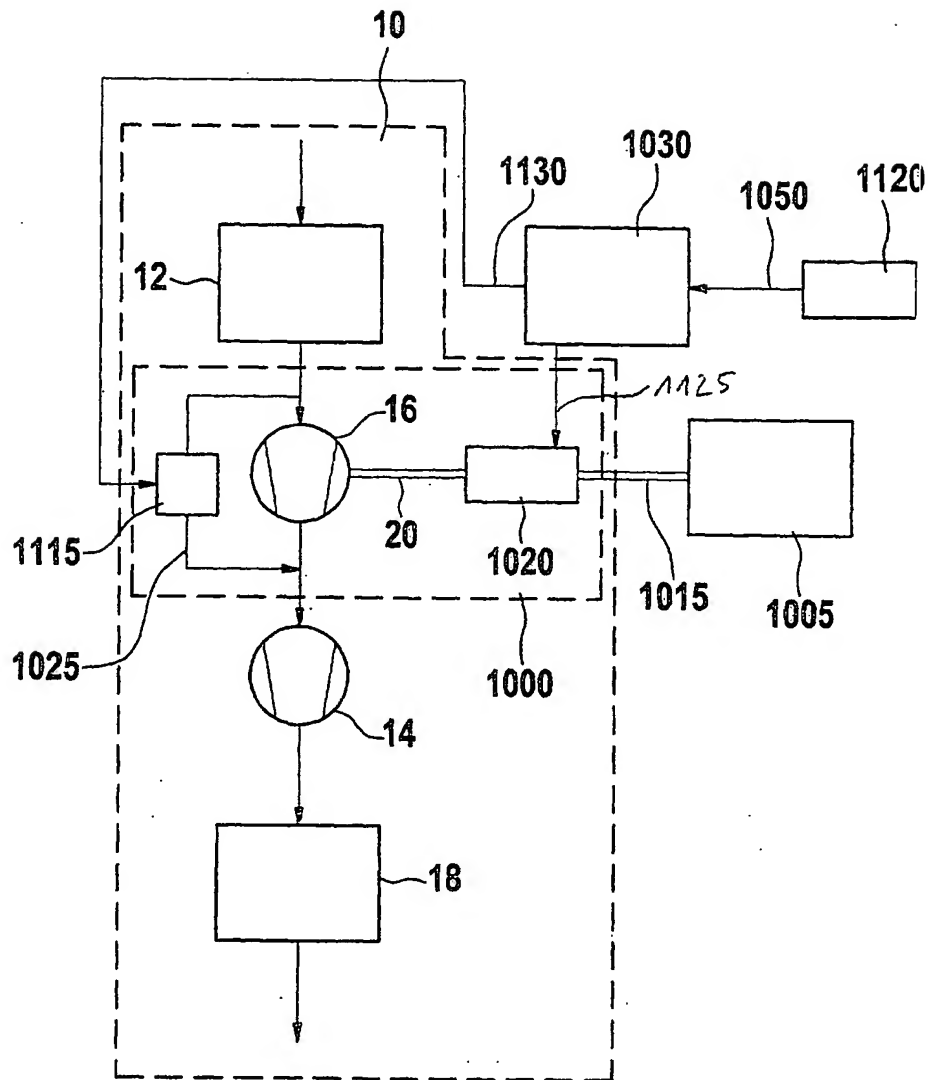


Fig. 4

